

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2003-163137

(43)Date of publication of application : 06.06.2003

(51)Int.Cl.

H01G 9/012

H01G 9/00

(21)Application number : 2001-364470

(71)Applicant : ROHM CO LTD

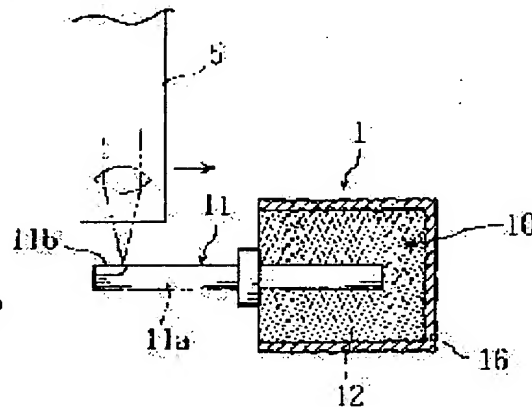
(22)Date of filing : 29.11.2001

(72)Inventor : KANETAKE YASUO

(54) METHOD FOR MANUFACTURING CAPACITOR AND METHOD FOR PROCESSING CAPACITOR ELEMENT**(57)Abstract:**

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a method for manufacturing a capacitor, which is applicable to the miniaturization of a capacitor element, the deterioration of electrical characteristics of the capacitor element as well as a capacitor is inhibited, and an externally connecting electrode and an internal electrode of the capacitor element are connected by sufficient strength with each other.

SOLUTION: The method for manufacturing the capacitor, which is equipped with the capacitor element 1 having the internal electrode 11 formed in it and the externally connecting electrode electrically connected to the internal electrode 11, includes a laser beam radiation process for radiating a laser beam on a surface of the internal electrode 11 and an electrode connecting process for connecting the internal electrode 11 and the externally connecting electrode. Preferably, in the internal electrode 11, its part is extruded from the capacitor element body 10 and an oxide film 11a is formed on a surface of a conductor 11b of the extrusive portion, in the laser beam radiation process, at least a part of the oxide film 11a is removed and the laser beam radiation is carried out till the surface of the conductor 11b is exposed.

**LEGAL STATUS**

[Date of request for examination] 20.05.2004

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision]

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2003-163137

(P2003-163137A)

(43)公開日 平成15年6月6日(2003.6.6)

(51)Int.Cl.

識別記号

F I

テマコード(参考)

H 0 1 G 9/012

H 0 1 G 9/05

P

9/00

9/24

C

審査請求 未請求 請求項の数5 O L (全 9 頁)

(21)出願番号 特願2001-364470(P2001-364470)

(22)出願日 平成13年11月29日(2001.11.29)

(71)出願人 000116024

ローム株式会社

京都府京都市右京区西院溝崎町21番地

(72)発明者 金武 康雄

京都市右京区西院溝崎町21番地 ローム株式会社内

(74)代理人 100086380

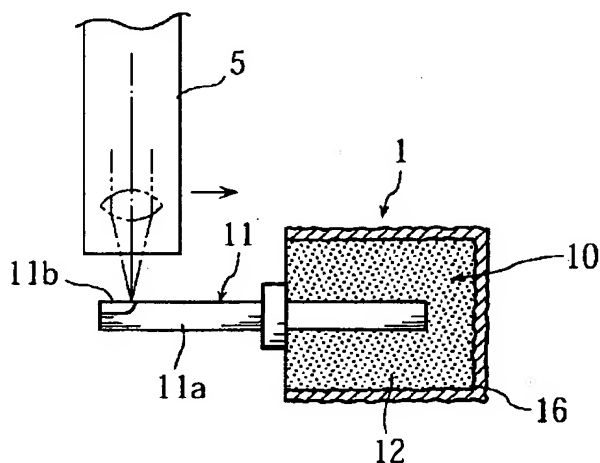
弁理士 吉田 稔 (外4名)

(54)【発明の名称】 コンデンサの製造方法およびコンデンサ素子の加工方法

(57)【要約】

【課題】 コンデンサ素子の小型化に対応でき、しかもコンデンサ素子ひいてはコンデンサの電気的特性の劣化を抑制しつつも、外部接続用電極とコンデンサ素子の内部電極との間を十分な強度をもって接続する。

【解決手段】 内部電極11が形成されたコンデンサ素子1と、内部電極11に導通接続された外部接続用電極と、を備えたコンデンサを製造する方法において、内部電極11の表面にレーザ光を照射するレーザ光照射工程と、内部電極11と外部接続用電極との間を接続する電極接続工程と、を含めた。好ましくは、内部電極11は、コンデンサ素子本体10からその一部が突出し、かつ当該突出部分は導体11bの表面に酸化膜11aが形成されたものであり、レーザ光照射工程では、酸化膜11aの少なくとも一部を除去して導体11bの表面が露出するまでレーザ光照射を行う。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 内部電極が形成されたコンデンサ素子と、上記内部電極に導通接続された外部接続用電極と、を備えたコンデンサを製造する方法であって、上記内部電極の表面にレーザ光を照射するレーザ光照射工程と、

このレーザ光照射工程後において、上記内部電極と上記外部接続用電極となるべき電極用導体との間を接続する電極接続工程と、を含むことを特徴とする、コンデンサの製造方法。

【請求項 2】 上記内部電極は、コンデンサ素子本体からその一部が突出し、かつ当該突出部分は導体の表面に酸化膜が形成されたものであり、上記レーザ光照射工程では、上記酸化膜の少なくとも一部を除去して上記導体の表面が露出するまでレーザ光照射が行われる、請求項 1 に記載のコンデンサの製造方法。

【請求項 3】 上記電極接続工程は、上記内部電極における上記導体の表面が露出した部分を、上記電極用導体に接触させた状態で、当該接触部分にエネルギーを供給することにより行われる、請求項 2 に記載のコンデンサの製造方法。

【請求項 4】 上記レーザ光照射工程では、上記内部電極における上記電極用導体と接触させるべき部分、またはこの部分とその近傍部分の酸化膜のみが選択的に除去される、請求項 3 に記載のコンデンサの製造方法。

【請求項 5】 電極が形成され、かつこの電極の表面の少なくとも一部に酸化膜が形成されたコンデンサ素子を加工する方法であって、上記酸化膜の少なくとも一部を、レーザ光照射によって除去することを特徴とする、コンデンサ素子の加工方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本願発明は、コンデンサの製造方法およびコンデンサ素子の加工方法に関する。

【0002】

【従来の技術】 コンデンサとしては、たとえば図 15 に示したようにコンデンサ素子 90 を樹脂パッケージ 91 内に封止したものがある。樹脂パッケージ 91 内には、外部接続用電極 92、93 の一部が封止されている。外部接続用電極 92、93 の残りの部分は、樹脂パッケージ 91 から延出している。外部接続用電極 92 はコンデンサ素子 90 の表面に形成された内部電極 90a と接続されており、外部接続用電極 93 はコンデンサ素子 90 から延出する内部電極 90b と接続されている。外部接続用電極 93 と内部電極 90b とは、たとえば抵抗溶接や熱圧着により接続されている。

【0003】 コンデンサ素子 90 は、多孔質焼結体の各孔内に、たとえば誘電体層および固体電解質層を形成し

た上で、その表面に陰極としての金属層（内部電極 90a）を形成したものである。多孔質焼結体には、陽極ワイヤ（内部電極 90b）が埋設されている。陽極ワイヤは、たとえば固体電解質層を形成する前に、多孔質焼結体に埋設される。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】 しかしながら、固体電解質層の形成工程には加熱処理が含まれているが、固体電解質層の形成前に多孔質焼結体に対して陽極ワイヤを埋設しておけば、加熱処理によって陽極ワイヤの表面が酸化してしまう。また、多孔質焼結体は、粉体を圧縮成形した後にこれを焼結することにより形成されるが、この焼結前に陽極ワイヤを埋設していれば、焼結の際に陽極ワイヤが酸化してしまう。このため、外部接続用電極 93 と内部電極 90b との間を接続する際には、これらの電極 90b、93 の間に酸化膜が介在することとなる。したがって、接続部分にエネルギーを供給したとしても、酸化膜によって電極 90b、93 間の相溶や原子拡散、ひいては合金化が阻害される。その結果、エネルギー供給後においては、これらの電極 90b、93 の界面に酸化物層が存在し、あるいは電極 90b、93 間の接続部分に酸化物が混在した合金層が形成され、電極 90b、93 間の接続強度が低くなってしまう。

【0005】 このような不具合を解消するために、陽極ワイヤの酸化膜をサンドブラストで除去したり、陽極ワイヤに切れ目を入れて酸化膜の一部を除去する方法が考えられている。しかしながら、このような機械的処理は、コンデンサ素子が小型化するにつれて困難となってきた。また、機械的処理では、陽極ワイヤひいては陽極ワイヤが焼結体に埋設されている部分に大きな負荷が作用して陽極ワイヤと焼結体との界面が剥離して電気的特性が劣化してしまいかねず、また陽極ワイヤが切断しかねない。とくに、コンデンサ素子が小型化すれば、界面での剥離が生じやすくなり、コンデンサ素子の小型化に伴って陽極ワイヤを細くすれば、陽極ワイヤが切断しやすくなる。

【0006】 本願発明は、このような事情のもとに考えだされたものであって、コンデンサ素子の小型化に対応でき、しかもコンデンサ素子ひいてはコンデンサの電気的特性の劣化を抑制しつつも、外部接続用電極とコンデンサ素子の内部電極との間を十分な強度をもって接続することをその課題としている。

【0007】

【発明の開示】 本願発明では、上記した課題を解決すべく、次の技術的手段を講じている。

【0008】 すなわち、本願発明の第 1 の側面により提供されるコンデンサの製造方法は、内部電極が形成されたコンデンサ素子と、上記内部電極に導通接続された外部接続用電極と、を備えたコンデンサを製造する方法であって、上記内部電極の表面にレーザ光を照射するレー

ザ光照射工程と、このレーザ光照射工程後において、上記内部電極と上記外部接続用電極となるべき電極用導体の間を接続する電極接続工程と、を含むことを特徴としている。

【0009】内部電極は、たとえばコンデンサ素子本体からその一部が突出し、かつ当該突出部分が導体の表面に酸化膜が形成されたものである。この場合には、レーザ光照射工程において、酸化膜の少なくとも一部を除去して導体の表面が露出するまでレーザ光照射が行われる。一方、電極接続工程は、内部電極における導体の表面が露出した部分を、電極用導体に接触させた状態で、当該接触部分にエネルギーを供給することにより行うのが好ましい。エネルギーは、たとえば電気、熱、超音波の形態として供給される。つまり、電極接続は、たとえば抵抗溶接、熱圧着、超音波圧着、あるいは熱超音波圧着により行うことができる。もちろん、電極接続は、銀ペーストやはんだペーストなどの導電性接着材を用いて行うこともできる。

【0010】本願発明のコンデンサの製造方法では、内部電極と電極用導体とを接続する前に、内部電極にレーザ光が照射される。内部電極の表面に酸化膜が形成されている場合には、レーザ光照射により酸化膜を除去することが可能となる。また、酸化膜が形成されていない場合や酸化膜を除去した後においては、レーザ光照射によって内部電極の表面を粗面化することも可能となる。酸化膜が除去された内部電極では、これを電極用導体と接触させた状態でエネルギー供給により接続する際には、これらの接触部分での相溶や原子拡散が酸化膜により妨げられることもない。また、銀ペーストなどの導電性接着材を用いて接続する場合においても、導電性接着材と内部電極との間に酸化物が存在することを抑制することができる。したがって、内部電極の酸化膜を除去することによって、いかなる接続方法を採用したとしても、内部電極と電極用導体（外部接続用電極）との間の接続強度を大きく維持できるようになる。一方、内部電極の表面が粗面化されれば、内部電極の表面積が大きくなるとともに表面の濡れ性が向上するため、これによっても、内部電極と電極用導体（外部接続用電極）との間の接続強度を高めることができるようになる。

【0011】さらに、レーザ光の照射では、内部電極に対しては機械的な負荷（外力）は作用しない。つまり、サンドブラストによる酸化膜の除去や内部電極に切れ目を入れる方法のように、内部電極に外力が作用することはない。その結果、本願発明の酸化膜除去においては、コンデンサ素子における内部電極が接続されている部分に負荷が作用せず、当該負荷に起因する電気的特性の劣化も起こらない。また、内部電極がワイヤにより構成されている場合であっても、酸化膜除去に際してワイヤが切断することもない。しかも、レーザ光照射は、コンデンサの小型化にともなって内部電極が小さくなったとし

ても、レーザ光のスポット径を小さくすれば、内部電極に対して適切にレーザ光を照射することができる。この点から、本願発明はコンデンサの小型化に適応できる技術であるといえる。

【0012】好ましい実施の形態においては、レーザ光照射工程では、内部電極における電極用導体と接触させるべき部分、またはこの部分とその近傍部分の酸化膜のみが選択的に除去される。

【0013】電極用導体との接触部分もしくはこの部分とその近傍部分についてのみ酸化膜を除去すれば、たとえば抵抗溶接のように、電流の形態として接触部分にエネルギーを供給した場合には、次の利点も得られる。すなわち、内部電極に供給された電流は、コンデンサ素子の内部と、電極用導体とに供給される。この場合、内部電極における電極用導体と接触する部分の酸化膜のみが除去されていれば、抵抗の大きな酸化膜には電流が流れにくく、酸化膜が除去された部分を介して電極用導体に対して相対的に大きな電流が流れる。一方、内部電極の酸化膜が完全に除去されていれば、コンデンサ素子の内部に供給される電流が相対的に大きくなる。したがって、酸化膜を除去する領域を大きくすれば、供給された電流のうち、電極間の接続に利用される割合が小さくなる。このため、酸化膜を除去すべき領域を必要最小限にとどめておくことにより、供給電流の利用効率が高くなる。その結果、少ない電力供給により電極間の接続を行うことができるようになる。一方、コンデンサ素子内部への電流供給量を小さくできれば、コンデンサ素子が損傷してしまうことを抑制することもできる。

【0014】また、上述したように、コンデンサ素子の形成過程においては、内部電極（たとえば陽極ワイヤ）の表面に酸化膜が形成されることがあるが、このときに形成される酸化膜の形成の程度（たとえば厚み）は個々のコンデンサ素子毎に一定であるわけではなく、バラツキがある。したがって、内部電極の表面に酸化膜が存在する条件下では、電極接続時に電極用導体に供給される電流にバラツキが生じる。これにより、コンデンサ毎に内部電極と電極用導体との間の接続強度にバラツキが生じる。このようなバラツキは、内部電極に残される酸化膜が少ないほどより顕著に表れる。このため、本願発明のように、酸化膜の除去量を少なくすれば、接続強度のバラツキを抑制できる。

【0015】そして、電極用導体との接触部分もしくはこの部分とその近傍部分についてのみ酸化膜を除去するのであれば、レーザ光照射時間が少なくてよく、レーザ光照射工程を効率良く行え、コスト的に有利に内部電極と電極用導体（外部接続用電極）との間を高い強度で接続することができる。

【0016】また、本願発明の第2の側面においては、電極が形成され、かつこの電極の表面の少なくとも一部に酸化膜が形成されたコンデンサ素子を加工する方法で

あって、上記酸化膜の少なくとも一部を、レーザ光照射によって除去することを特徴とする、コンデンサ素子の加工方法が提供される。

【0017】この方法により得られるコンデンサ素子は、電極の酸化膜が除去されている。したがって、このコンデンサ素子を他の導体と接続する場合には、本願発明の第1の側面に係る発明と同様に、電極と導体との間の接続強度を高く維持することが可能となる。

【0018】

【発明の実施の形態】以下、本願発明の好ましい実施の形態について、図面を参照して具体的に説明する。図1は本願発明に係る製造方法により得られるコンデンサの一例を示す断面図、図2は図1に示したコンデンサにおけるコンデンサ素子の断面図およびその要部（図中において丸で囲んだ部分）の拡大図である。

【0019】コンデンサXは、コンデンサ素子1および外部接続用電極20、21を有しており、コンデンサ素子1が樹脂パッケージ3に封止された形態を有している。

【0020】外部接続用電極20、21は、一部が樹脂パッケージ3内に封止されてインナリード20a、21aを構成し、残りの部分が樹脂パッケージ3から延出してアウトリード20b、21bを構成している。アウトリード20b、21bは、クランク状に折り曲げられており、その先端部が樹脂パッケージ3の底面30に沿う水平状とされている。これにより、コンデンサXが回路基板などに対して面実装可能とされている。

【0021】コンデンサ素子1は、たとえば固体電解質コンデンサ素子であり、図2に示したようにコンデンサ素子本体10から内部電極11が突出した形態を有している。コンデンサ素子本体10は、たとえば多孔質焼結体12の各孔12a内を埋めるようにして誘電体層13および固体電解質層14を形成し、多孔質焼結体12の見かけ表面にバッファ層15を介して内部電極16を積層したものである。

【0022】多孔質焼結体12は、たとえばタンタル、アルミニウムあるいはニオブなどの弁作用金属の粉末を直方体状に圧縮成形し、これを高真空状態において焼結することによって形成されている。

【0023】誘電体層13は、文字通り、誘電体として機能するものであり、たとえば多孔質焼結体12を構成する金属の酸化物により構成されている。この誘電体層13は、たとえば陽極酸化（化成）処理により形成することができる。

【0024】固体電解質層14は、誘電体層13を形成した後において残存する多孔質焼結体12の空洞部分に形成されている。固体電解質層14は、たとえば多孔質焼結体12に対する硝酸マンガ溶液の含浸、およびその後の加熱処理により形成される。固体電解質層14は、多孔質焼結体12における各孔12a内が完全に埋

まるまで行うのが好ましく、そのためには、通常、含浸処理および加熱処理は複数回行われる。

【0025】バッファ層15は、グラファイトなどにより構成されており、固体電解質層14と内部電極16との間の接触抵抗が大きい場合に、これらの間の抵抗を小さくする目的で設けられる。たとえば、固体電解質層14が MnO_2 により構成され、内部電極16が銀などにより構成されている場合などにバッファ層15が設けられる。そのため、バッファ層15は必要に応じて設けられる任意のものである。

【0026】図1に良く表れているように、内部電極16は、外部接続用電極20のインナリード20aに対して導電性接着材40を介して接続されている。この内部電極16は、たとえば銀メッキなどにより形成することができる。導電性接着材40としては、銀ペーストやんだペーストが用いられる。

【0027】一方、内部電極11は、多孔質焼結体12に金属ワイヤの一端部を埋設して一体化することにより設けられている。この内部電極11は、たとえば多孔質焼結体12を構成する金属と同種の金属により形成されている。内部電極11は、外部接続用電極21のインナリード21aに対して接続されている。

【0028】コンデンサ素子1を製造する過程においては、たとえば圧縮成形体の焼結や固体電解質層14の形成の際の加熱処理により、内部電極11の表面が酸化され、内部電極11の表面に酸化膜11aが形成される。この酸化膜11aは、後述するレーザ光照射によってその一部が除去されて、導体11bが露出させられ、その露出部分を利用して、内部電極11が外部接続用電極21のインナリード21aと接続されている。

【0029】このようなコンデンサXは、たとえば次のようにして製造することができる。

【0030】図3に示したように、まずコンデンサ素子1の内部電極11に対してレーザ光照射を行う（レーザ光照射工程）。レーザ光照射は、内部電極11の表面に形成された酸化膜11aを除去して、導体11bを露出させることを目的として行われる（以下、導体11bが露出させられた部分を「露出部11c」という）。レーザ光照射は、レーザ光発振装置の走査ヘッド5からレーザ光を発振しつつ、図3に矢印で示したように内部電極11の軸方向に沿って走査ヘッド5を走査させることにより行われる。これにより、たとえば図4（a）および（b）に示したように内部電極11の軸方向に延びるよう露出部11cが形成される。この露出部11cは、後述する電極接続工程において、内部電極11がリードフレーム6の第2導体片65と接触させられる部分およびその近傍領域（図10および図11参照）に対応している。もちろん、酸化膜11aの除去は、図5（a）および（b）に示したように、図4に示した領域に加えて、これとは導体11bを挟んだ反対側部分について行って

もよいし、図6(a)および(b)に示したように内部電極11の全周にわたって行ってもよい。ただし、レーザ光の照射時間を短くしてレーザ光照射工程を作業効率良く行うためには、図4(a)および(b)に示したように第2導体片65との接続に寄与する領域の酸化膜11aのみを選択的に除去するのが好ましい(図10および図11参照)。

【0031】レーザ光の照射では、内部電極11に対しては機械的な負荷(外力)は作用しない。つまり、サンドブラストによる酸化膜の除去や内部電極に切れ目を入れる方法のように、内部電極11に外力が作用することはない。その結果、レーザ光照射による酸化膜除去においては、コンデンサ素子1における内部電極11が接続されている部分に負荷が作用せず、当該負荷に起因する電気的特性の劣化も起こらない。しかも、レーザ光照射は、コンデンサ素子1の小型化にともなって内部電極11が小さくなったとしても、レーザ光のスポット径を小さくすれば、内部電極11に対して適切にレーザ光を照射することができる。この点から、本願発明はコンデンサ素子1ないしはコンデンサXの小型化に適応できる技術であるといえる。

【0032】レーザ光発振装置としては、公知の種々のレーザ光を使用することができるが、たとえばYAGレーザ光が好ましく使用される。内部電極11に照射すべきレーザ光の波長は、YAGレーザ光を用いる場合には、たとえば1000~1400nmとされる。もちろん、照射すべきレーザ光の波長は、目的を達成できる範囲内において適宜選択すればよく、レーザ光の照射時間も同様に適宜選択すればよい。

【0033】なお、レーザ光照射工程は、内部電極の表面の粗面化を目的として行うこともできる。つまり、内部電極の表面に酸化膜が形成されていない場合についてもレーザ光の照射を行ってもよいし、酸化膜の除去後においてもさらにレーザ光の照射を行ってもよい。

【0034】次いで、コンデンサ素子1の実装工程を行う。この工程は、図7に示したリードフレーム6の状態で行われる。リードフレーム6は、一対のサイドメンバ60およびこれらのサイドメンバ60の間を橋渡すようにして設けられた複数のクロスメンバ61を有している。サイドメンバ60およびクロスメンバ61によって囲まれる領域は、仕切りメンバ62によって区画され、各区画領域がコンデンサ形成領域63を構成している。クロスメンバ61からは、隣接する他方のクロスメンバ61に向けて第1および第2導体片64、65が突出形成されている。図8に良く表れているように、第1導体片64は、先端部64aがダウンセットされている。

【0035】コンデンサ素子1の実装工程は、図9に示したように導電性接着材70を用いて行われる。より具体的には、第1導体片64の先端部64aに導電性接着材70を介在させた上で、先端部64a上にコンデンサ

素子本体10が位置するようにコンデンサ素子1を載置し、導電性接着材70を硬化ないし固化させることにより行われる。これにより、内部電極11が第1導体片64に導通した状態で、コンデンサ素子1が第1導体片64に実装される。このとき、内部電極11は、図10および図11によく表れているように導体11bが露出する部分が第2導体片65に接触した状態としておくのが好ましい。導電性接着材70としては、銀ペーストやはんだペーストなどを用いることができる。

【0036】続いて、内部電極11の接続工程を行なう。この工程は、たとえば図10および図11に示したように一対の電極71、72を用いた抵抗溶接により行われる。より具体的には、一対の電極71、72によって内部電極11と第2導体片65とを挟持して第2導体片65と内部電極11の露出部分11cとを接触させた状態において、これらの接触部分に電流を供給することにより行われる。

【0037】もちろん、抵抗溶接以外の手段により内部電極11の接続を行うこともできる。たとえば、コンデンサ素子1を実装する場合と同様に導電性接着材を用いてもよいし、電気以外のエネルギー、たとえば熱や超音波を供給することによって内部電極11と第2導体片65との間を接続してもよい。

【0038】酸化膜11aを除去した内部電極11では、これを第2導体片65と接触させた上でエネルギー供給により接続する際には、これらの接触部分での相溶や原子拡散が酸化膜により妨げられることもない。また、導電性接着材を用いて接続する場合においても、導電性接着材と内部電極との間に酸化物が存在することを抑制することができる。したがって、いかなる接続方法を採用したとしても、内部電極11の酸化膜11aを除去することによって、内部電極11と第2導体片65との間の接続強度を大きく維持できるようになる。一方、レーザ光照射によって内部電極11の表面を粗面化すれば、内部電極11の表面積が大きくなるとともに表面の濡れ性が向上するため、これによっても、内部電極11と第2導体片65との間の接続強度を高めることができるようになる。

【0039】また、図4に示した形態で露出部分11cを形成すれば、たとえば抵抗溶接のように電流の形態として接触部分にエネルギーを供給した場合には、次の利点も得られる。すなわち、内部電極11に供給された電流は、コンデンサ素子1の内部と、第2導体片65とに供給される。この場合、内部電極11における第2導体片65と接触する部分の酸化膜11aのみが除去されていれば、抵抗の大きな酸化膜11aには電流が流れにくいため、酸化膜11aが除去された部分を介して第2導体片65に対して相対的に大きな電流が流れる。一方、内部電極11の酸化膜11aが完全に除去されていれば、コンデンサ素子1の内部に供給される電流が相対的

に大きくなる。したがって、酸化膜11aを除去する領域を大きくすれば、供給された電流のうち、内部電極11と第2導体片65との接続に利用される割合が小さくなる。このため、酸化膜11aを除去すべき領域を必要最小限にとどめておくことにより、供給電流の利用効率が高くなる。その結果、少ない電力供給により内部電極11と第2導体片65との間の接続を行うことができるようになる。また、コンデンサ素子1の内部への電流供給量を小さくできれば、コンデンサ素子1が損傷してしまうことを抑制することもできる。

【0040】ところで、内部電極11の表面に形成される酸化膜11aの形成の程度（たとえば厚み）は、個々のコンデンサ素子1毎に一定であるわけではなく、バラツキがある。したがって、内部電極11の表面に酸化膜11aが存在する条件下では、内部電極接続時に第2導体片65に供給される電流にバラツキが生じる。これにより、コンデンサ素子1毎に内部電極11と第2導体片65との間の接続強度にバラツキが生じる。このようなバラツキは、内部電極11に残される酸化膜11aが少ないほどより顕著に表れる。したがって、図4に示したように、酸化膜11aの除去量を少なくすれば、接続強度のバラツキを抑制できる。

【0041】次いで、樹脂パッケージング工程を行う。この工程は、図12に示したように上下の金型73、74を用いて行われる。上下の金型73、74は、型締め状態においてキャビティ75を形成するものである。樹脂パッケージングに際しては、キャビティ75内にコンデンサ素子1を収容した状態で、ゲート76を介してキャビティ75内に樹脂が充填される。樹脂としては、たとえばエポキシ樹脂などの熱硬化性樹脂が用いられる。そして、キャビティ75内に充填された樹脂を硬化または固化させた後に離型することによって、図13に示したようにコンデンサ素子1が樹脂パッケージ3内に封止された状態となる。

【0042】さらに、第1および第2導体片64、65を切断した後、樹脂パッケージ3から突出する導体片（外部接続用電極20、21（図1参照））を折り曲げることに、図1に示したようなコンデンサXが得られる。

【0043】本願発明者は、陽極ワイヤの酸化膜をYAGレーザにより除去して導体表面を露出させたものをリードフレームに接続した場合（サンプルA～C）と、酸化膜を除去しなかったものをリードフレームに接続した場合（サンプルD）とで、接続部分における引張強度を比較した。その結果を図14に示した。なお、各条件におけるサンプル数は11個とし、引張強度は酸化膜を除去しなかったサンプル群の平均値を1とし、これに対する相対値で示した。

【0044】陽極ワイヤにおける酸化膜の除去は、リードフレーム側のみ（サンプルA）、リードフレーム側に

加えてその反対である上側（サンプルB）、上側のみ（サンプルC）の3パターンとした。陽極ワイヤとリードフレームとの間の接続は、抵抗溶接により行った。各サンプル毎の溶接条件（通電量、通電時間、使用電極）は同一とした。

【0045】図14から分かるように、酸化膜を除去したサンプルA～Cの群は、酸化膜を除去していないサンプルDの群よりも、引張強度の平均値が大きくなっている。とくに、少なくともリードフレーム側の酸化膜を除去したサンプルA、Bの群は、引っ張り強度の平均値が大きい。

【0046】一方、各サンプルA～Dの群の間でのサンプル間の引張強度のバラツキは、酸化膜を除去したサンプルA～Cの群のほうが、酸化膜を除去していないサンプルDの群よりも小さくなっている。とくに、少なくともリードフレーム側の酸化膜を除去したサンプルA、Bの群は、引張強度のバラツキが小さくなっている。その中でも、リードフレーム側のみ酸化膜を除去したサンプルAの群は、引張強度のバラツキがとくに小さくなっている。

【0047】したがって、レーザにより酸化膜の少なくとも一部を除去すれば、これをリードフレームに接続した場合の引張強度（接続強度）が高くなるとともに、安定した接続強度が得られることが分かる。このような効果をより確実に得るためには、リードフレーム側（接続部分）の酸化膜のみを除去すればよいといえる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本願発明に係る製造方法により得られるコンデンサの一例を示す断面図である。

【図2】図1に示したコンデンサのコンデンサ素子の断面図およびその要部拡大断面図である。

【図3】レーザ光照射工程を説明するための模式図である。

【図4】（a）はレーザ光照射工程後におけるコンデンサ素子の全体斜視図、（b）は同図（a）のIVb-IVb線に沿う断面図である。

【図5】（a）はレーザ光照射工程後におけるコンデンサ素子の他の例を示す全体斜視図、（b）は同図（a）のVb-Vb線に沿う断面図である。

【図6】（a）はレーザ光照射工程後におけるコンデンサ素子の他の例を示す全体斜視図、（b）は同図（a）のVIb-VIb線に沿う断面図である。

【図7】本願発明に係る製造方法で使用されるリードフレームの要部平面図である。

【図8】図7のVIIII-VIIII線に沿う断面図である。

【図9】コンデンサ素子の実装工程を説明するための要部断面図である。

【図10】内部電極の接続工程を説明するための要部断面図である。

【図11】図10のXI-XI線に沿う断面図である。

【図12】樹脂パッケージング工程を説明するための要部断面図である。

【図13】樹脂パッケージング工程を説明するための要部断面図である。

【図14】試験結果を示すグラフである。

【図15】従来の製造方法により得られるコンデンサの一例を示す断面図である。

【符号の説明】

X コンデンサ

1 コンデンサ素子

10 コンデンサ素子本体

11, 16 内部電極

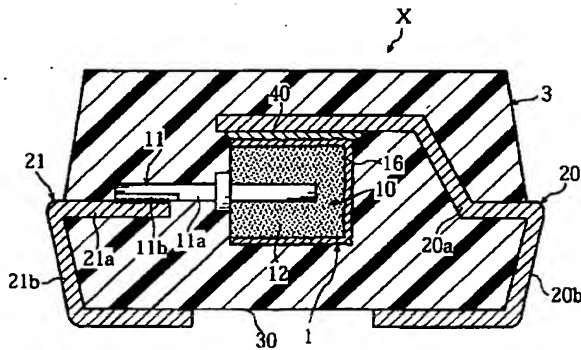
11a 導体（突出部分の）

11b 酸化膜（突出部分の）

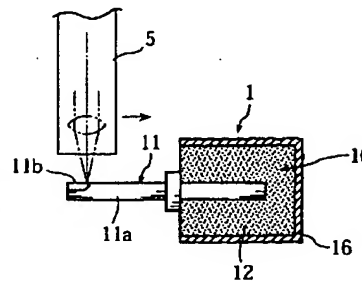
20, 21 外部接続用電極

5 レーザ照射装置

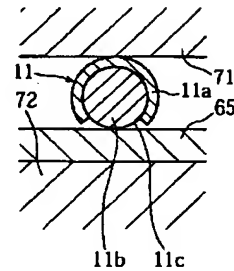
【図1】



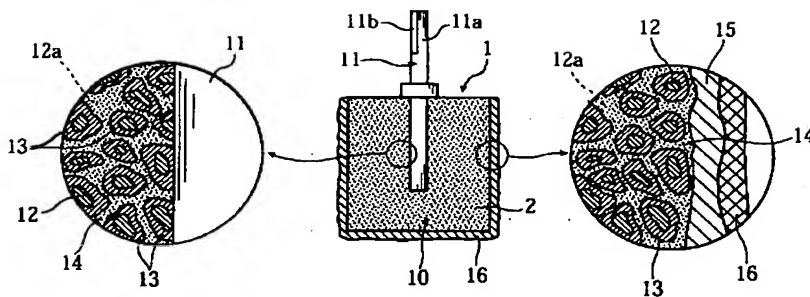
【図3】



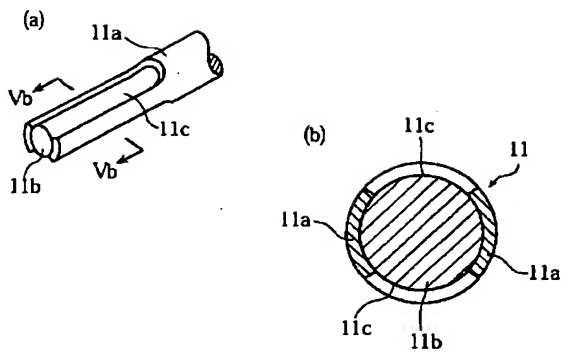
【図11】



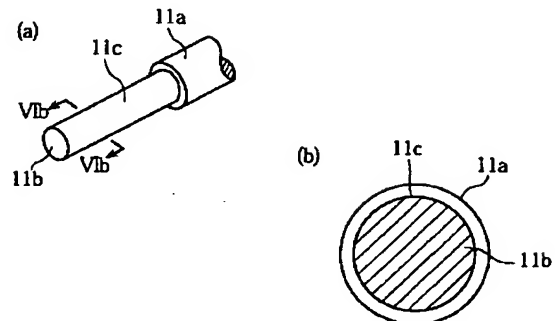
【図2】



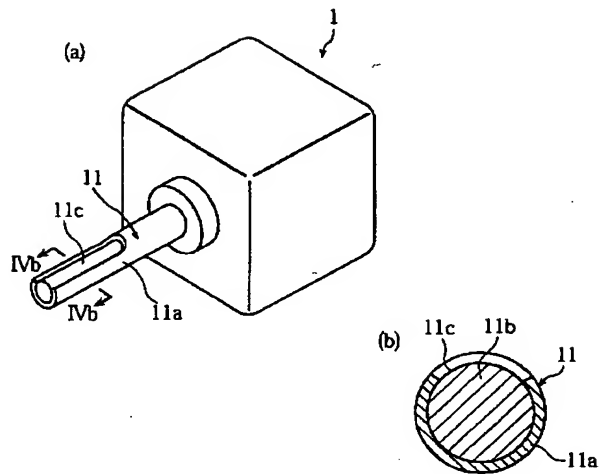
【図5】



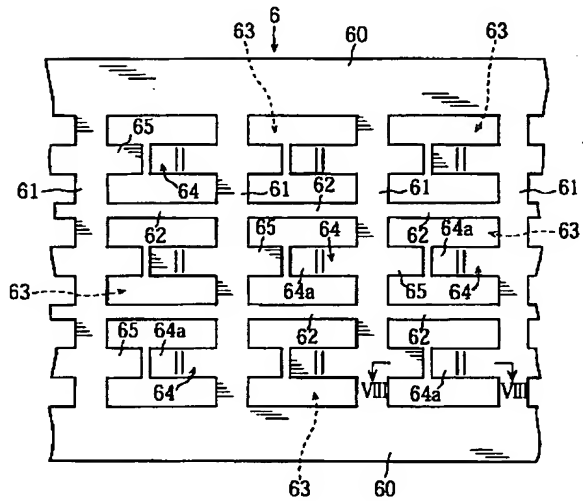
【図6】



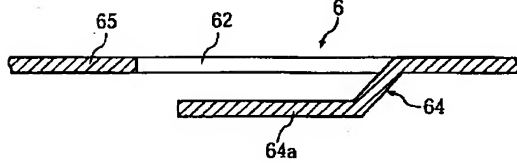
【図4】



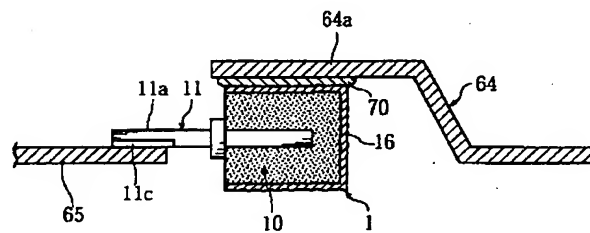
【図7】



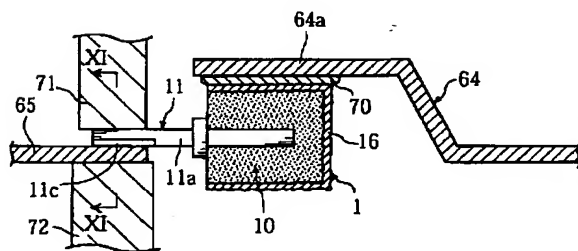
【図8】



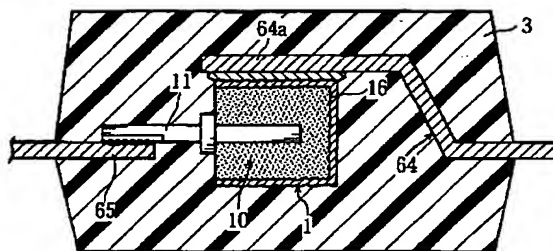
【図9】



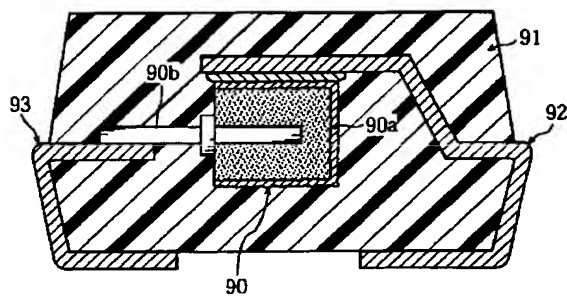
【図10】



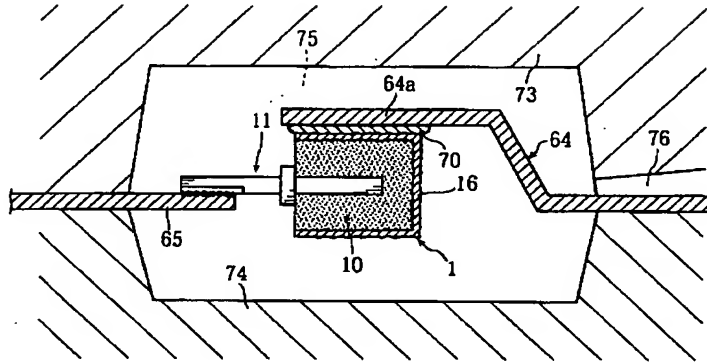
【図13】



【図15】



【図12】



【図14】

